

KUNNSKAPSBASIS FOR UTVIKLING AV ALTERNATIVE LINEAGN: fiskeatferd, sanseapparat og egenskaper ved agnet

Svein Løkkeborg^{1*}, Sten Ivar Siikavuopio², Odd-Børre Humborstad¹, Anne Christine Utne Palm¹ og Keno Ferter^{1,3}
¹Havforskningsinstituttet, ²Nofima Marin, ³Institutt for biologi



HAVFORSKNINGSINSTITUTTET
INSTITUTE OF MARINE RESEARCH

Kunnskapsbasis for utvikling av alternative lineagn: fiskeatferd, sanseapparat og egenskaper ved agnet

Svein Løkkeborg^{1*}, Sten Ivar Siikavuopio², Odd-Børre Humborstad¹,
Anne Christine Utne Palm¹ og Keno Ferter^{1,3}

¹Havforskningsinstituttet, Postboks 1870, 5817 Bergen

²Nofima Marin, Postboks 6122, 9291 Tromsø

³Institutt for biologi, Universitetet i Bergen, Postboks 7803, 5020 Bergen

Sammendrag



Kunnskap om fiskens atferd når den søker etter mat er avgjørende for arbeid som skal forbedre linefisket og ikke minst for utviklingen av nye agntyper. Dette er en oversikt over det vi vet om hvordan fisk får teften av og oppsporer matluktkilder. Oversikten fokuserer på fiskens sanseapparat og på faktorer som påvirker beiteatferd. Studier som er utført for å identifisere de lukkestoffene som tiltrekker matsøkende fisk og for å utvikle alternative lineagn, blir presentert. Oversikten viser at det er gjort få studier med utvikling av agn som mål. Så langt fins det ingen alternativer som kan erstatte tradisjonelle agn i linefisket, til tross for økende etterspørsel etter de samme ressursene for konsum. De kjemiske forbindelsene som stimulerer matsøk hos fisk varierer fra art til art, og artsseleksjonen i linefisket kan forbedres ved å benytte spesifikke tiltrekkingsstoffer i et kunstig utviklet agn. Kunnskap om egenskapene til kjemiske stimuli og spredning av lukt kan brukes for å forbedre effektiviteten i linefisket ved å utvikle kunstige langtidsvirkende agn. Synssansen er viktig når fisken jakter, og kunstig framstilte agn kan gjøres mer synlige enn naturlig agn ved bruk av kontrast (f.eks. selvlysende og polariserende overflate) og bevegelse (vha. agn med oppdrift). Fysiske egenskaper som størrelse, form, tekstur og slitestyrke kan også manipuleres i kunstige agn og dermed øke fangsteffektiviteten. Konklusjonen er at kunnskap fra studier av matsøk og hva som får fisk til å ta et bytte, er avgjørende for utviklingen av alternative agn og et bedre linefiske.

1 Innledning

Akkar, makrell og sild brukes mye som agn i linefisket. På grunn av økende etterspørsel etter sjømat til konsum, har prisene på slikt agn økt dramatisk det siste tiåret. Det har skapt et stort behov for alternative agntyper som ikke også brukes til konsum. Et alternativt agn bør være effektivt, selektivt på art og størrelse, praktisk å lagre og egne samt produsert av rimelige biprodukter. Et agn som tilfredsstiller disse kriteriene, vil gjøre linefisket mer miljøvennlig.

Utviklingen av alternative agntyper er en utfordring fordi effektiviteten til et lineagn avhenger av en rekke ulike faktorer. Ikke bare må det ha en lukt som stimulerer de ønskede fiskeartene til å lete etter mat, men lukten må også vare i flere timer. Dette kan oppnås ved å bruke et bindemiddel. Smak, tekstur og størrelse er også viktig for å lokke fisken til seg og få den til å sluke agnet. Sist, men ikke minst, må agnet være sterkt nok til å motstå angrep fra sjøfugl og åtseletere på havbunnen.

Fordi linefisket avhenger av at fisken vil spise, er kunnskap om fiskens atferd under matsøk avgjørende for utviklingen av agn. I denne artikkelen presenterer vi hva man per dags dato vet om hvordan fisk lukter og finner frem til mat, og hva som får den til å angripe et bytte. Det legges vekt på stimuli, fiskens sanseapparat (lukter, smak, syn, sidelinje) og faktorer som påvirker fiskens aktivitetsnivå og fødeinntak. Vi presenterer også kunnskap om fiskens respons på ulike aspekter av agnet, som størrelse, form og tekstur, og ser på hva vi kan lære av fritidsfisket.

Til sist presenterer vi ulike studier som er gjennomført for å identifisere hvilke kjemiske stoffer som tiltrekker fisk på jakt etter mat, og arbeidet med å utvikle alternative lineagn. På denne måten ønsker vi å etablere et solid kunnskapsgrunnlag for utviklingen av nye agntyper og for en generell forbedring av linefisket.

Dette er en oversatt og forkortet versjon av en omfattende engelsk artikkel. For referanser og en mer detaljert beskrivelse av dette temaet henvises det til den engelske artikkelen (Towards more efficient longline fisheries: feeding behaviour, bait characteristics and development of alternative baits).

2 Grunnlaget for linefisket: kjemisk sansing, kjemiske stimuli og matsøk

2.1 Kjemisk sansing

Hos fisk er det hovedsakelig luktesansen og smakssansen som er mottakelige for kjemisk stimulering. Fisken lukter vannbårne molekyler gjennom de to neseborene på snuten, mens smaksløker, i tillegg til å være plassert i munnhule, ofte finnes både på lepper, skjeggtråder, finner og på kroppen.

Luktesansen har ofte lavere deteksjonsnivåer enn smakssansen, virker over store avstander og er den som setter i gang søket etter en potensiell matkilde. Smakssansen derimot, er mer avgjørende for om den skal svelge byttet når fisken har lokalisert luktkilden og tar byttet i munnen og smaker på det. Smakssansen er gjerne mer selektiv enn luktesansen, og fisk kan velge å spytte ut byttet etter først å ha smakt på det.

Studier av både lukt- og smakspreferanser er sentralt for å utvikle agn. Et effektivt lineagn må tiltrekke fisken, få den til å smake på det og til slutt få den til å svelge agnet.

2.2 Kjemiske stimuli

På grunn av dårlig sikt under vann (lite lys), har synet liten rekkevidde. Luktesansen er derfor helt sentral i fiskens matsøk. I motsetning til visuelle (syn) og akustiske (hørsel) stimuli har kjemiske stimuli to egenskaper som er avgjørende for å fange fisk ved hjelp av agn. For det første spres kjemiske stoffer med vannmassene og kan oppfattes av fisk på lange avstander. Forsøk har for eksempel vist at liner egnet med makrell, tiltrekker torsk på 700 meters avstand. Visuelle og akustiske (med unntak av lavfrekvent lyd) stimuli derimot, svekkes raskt. For det andre varer kjemiske stimuli lenge, mens visuelle og akustiske signaler svinner så snart de er sendt ut. Torsken som reagerte på agn 700 meter unna, fant frem til dem sju timer etter at linen var satt. Dette betyr at linefisket har stor rekkevidde både i rom og tid.

2.3 Matsøk og lokalisering av en luktkilde

Lukten i seg selv bærer ingen informasjon om hvor og i hvilken retning luktkilden befinner seg. Dermed er fisk avhengig av tilleggsinformasjon og må bruke andre sanser for å lokalisere luktkilder.

Kjemiske stoffer spres hovedsakelig med strømmen. Det betyr at fisk som tiltrekkes av lukt, må svømme mot strømmen for å finne kilden. Dette anses som den vanligste metoden brukt av fisk og skalldyr for å lokalisere en luktkilde (Carton og Montgomery 2003; Løkkeborg et al. 2010). Fisk bruker sannsynligvis sitt sidelinjeorgan (se del 2.5) for å bestemme strømrretningen og orientere seg i forhold til strømmen.

Det er gjort mange atferdsstudier som viser at fisk svømmer mot strømmen når den nærmer seg et agn. Feltstudier der akustiske sendere ble brukt for å følge torskens bevegelser, viste at fisk som befant seg nedstrøms i forhold til agnet, fant fram til agnet dobbelt så ofte som den fisken som var oppstrøms og utenfor rekkevidde av luktsporet.

2.4 Synsbasert matsøk

Til tross for den dårlige sikten under vann er de fleste fiskearter avhengig av synet for å innhente informasjon om omgivelsene. Fordi vannet absorberer lange og korte bølgelengder mer enn middels bølgelengder, blir lyset monokromatisk på moderate dyp. Derfor er det ofte lysstyrke og kontrast som avgjør hvor godt man ser under vann.

Fisk bruker gråskolasyn når det er mørkt, og fargesyn i dagslys. For at fisken skal finne fram til og bli interessert i agnet må man derfor ta i betraktning: i) når på døgnet den aktuelle arten er mest aktiv i søken etter mat, og ii) hvilken farge som vil gi best kontrast mot bakgrunnslyset på det aktuelle dypet og på den tiden fisken er mest aktiv. For best mulig synlighet bør man velge en farge på agnet som matcher den dominerende bølgelengden på det aktuelle dypet, f.eks. grønnngult i humusrikt kystvann og blågrønt ute på havet og på dypere vann.

Studier har vist at størrelsen på byttet er avgjørende for synligheten, uavhengig av lys og sikt. Det er også vist at fiskens syn blir bedre etter hvert som den blir større. Et større øye ser bedre, og fiskens øye vokser proporsjonalt med kroppen. Videre har mange studier vist at et bytte i bevegelse oppdages av fisk på lengre avstand enn hvis det står i ro. En feltstudie viste at hyse som hadde bitt på kroken og kjempet for å komme løs, ble angrepet av torsk. Slike angrep skyldes trolig ikke bare at byttet er mer synlig, men også at et bytte i bevegelse stimulerer torsken til å angripe.

Mange marine dyr (også fisk) har evnen til å se polarisert lys. Det er vist at polarisering fra fiskeskjell hjelper blekksprut å finne byttet, og indikerer dermed at polarisert syn brukes for å motvirke den kamuflerende effekten hos lysreflekterende, sølvfarget fisk. Polarisert belegg og lysende (fluoriserende) farger brukes på sluker for å gjøre dem mer synlige (se del 5).

2.5 Sidelinjeorganet

Alle fiskearter har et sidelinjeorgan som oppfatter vibrasjoner i vannet. Det virker imidlertid ikke på avstander større enn én eller to kroppslengder. Flere studier har vist at fisk som beiter på svømmende og bevegelige dyr, bruker sidelinjeorganet for å lokalisere byttet. Det er også vist at rovfisk vendt motstrøms er i stand til å lokalisere et stillestående bytte som ligger i ro på bunnen fordi det påvirker strømningsmønsteret. Dette indikerer at fisk kan bruke sidelinjeorganet til å lokalisere et agn som ikke er i bevegelse.

Sidelinjeorganet anses også å ha en viktig rolle for fiskens orienteringsevne. Fisk som ser eller er i berøring med havbunnen, kan i prinsippet bruke sidelinjeorganet for å bestemme retning og styrke på strømmen. Studier har vist at sidelinjeorganet bestemmer hvordan fisken orienterer seg i forhold til strømmen, da fisken reagerte mindre på strømmen når sidelinjeorganet ble bedøvet.

3 Faktorer som påvirker beiteatferd

3.1 Beitemotivasjon og ernæringsstatus

Fiskens motivasjon til å spise varierer ut fra fisken sin bioenergetiske status. Hvor sulten fisken er, påvirker på hvilken avstand den vil begynne å søke etter mat, hvordan den søker, hvor lang tid den bruker på å finne maten. For eksempel er det vist at en sulten fisk reagerte på svakere luktsignal (lavere konsentrasjon) sammenliknet med en mett fisk. Dette er en av faktorene som forklarer hvorfor linefangstene av torsk i Barentshavet er svært lave om våren når fisken beiter på lodde.

3.2 Temperatur

Temperatur har en avgjørende betydning for fiskens aktivitet, svømmehastighet, beiting og annen atferd som er relevant for fiske med line. Hos de fleste fiskearter øker både svømmeaktivitet og matinntak med økende temperatur, og temperaturen kan således ha stor betydning for fangbarheten til line.

3.3 Lysnivå, døgnrytme og årtidsavhengige beitemønstre

Lysnivå påvirker sikt og kontrast, og kan derfor påvirke aktivitetsnivå, svømmehastighet og beiteintensitet hos ulike fiskearter. Det betyr at lys kan ha en direkte påvirkning på linefangstene og at lysforhold kan føre til variasjoner i fangstrater uavhengig av døgnrytme.

Atferdsobservasjoner har vist at beitemønsteret til mange fiskearter følger en døgnrytme og viser årstidsvariasjoner. Feltforsøk viste at torskens svømmehastighet – som antas å gjenspeile matsøk – økte ved daggry, forble høy i løpet av dagen, gikk gradvis ned utover kvelden og var lav om natten. Forsøk utført i kommersielt linefiske viste at liner som ble satt før daggry, fanget dobbelt så mye hyse som liner satt senere på dagen. Endret fødeinntak som følge av månesyklusen er også rapportert, der inntaket er på topp noen dager før nymåne og fullmåne.

3.4 Strøm

I sjøen spres kjemiske luktstoffer hovedsakelig med vannstrømmen (se del 2.3). Avhengig av strømhastighet vil de kjemiske stoffene spre seg forskjellig i tid og rom i vannmassene. Det er observert at hvitting viste større aktivitet mot agnet i perioder med strøm sammenliknet med perioder uten strøm.

Strømmen kan også ha direkte betydning for fiskens matsøkingstrategi. Siden fisk som leter etter mat hovedsakelig svømmer mot strømmen, vil de spare krefter og energi på å holde seg i ro når strømmen er sterk, og være mest aktive i perioder med moderat eller svak strøm. Det er vist at når strømmen var over 18 cm/s, tiltrakk agnet tre ganger færre torsk og hyse enn i perioder med svakere strøm.

4 Fysiske egenskaper ved agnet (størrelse, form, tekstur)



Agnstørrelsen anses som den viktigste faktoren som påvirker størrelsen på fisk som fanges med line. Fiskeforsøk har vist at store agn ga en klar reduksjon i fangsten av små torsk sammenlignet med små agn. En reduksjon i andelen småfisk i linefangstene ved å bruke store agn, vil imidlertid øke agnkostnadene. Ved utvikling av alternative agn bør det være mulig å finne måter å øke agnstørrelsen på uten å øke kostnadene.

Når fisken har funnet fram til agnet, er ikke bare størrelsen, men også formen av betydning hvorvidt fisken faktisk biter på kroken. Fisk som er på leting etter mat har dannet seg et bilde av hvordan byttedyret ser ut. I et fiskeforsøk med torsk fikk man for eksempel lavere fangster med firkantete syntetiske agn med rekesmak sammenlignet med et naturlig rekeagn. Dette kan forklares med at fisk er tilbakeholdne med å angripe et nytt og ukjent byttedyr. Form er derfor en faktor som må tas i betraktning ved utviklingen av et kunstig agn.

Enkelte fiskearter vurderer byttedyrets tekstur og smak for å sortere hva de spiser og ikke spiser. En fisk kan derfor forkaste et agn på grunn av tekturen ved at den spytter det ut etter å ha tatt det inn i munnen. I en studie for å utvikle alternative agn ble betydningen av tekstur undersøkt ved å egne med akkar som var lagt i nylonposer. Agn i nylonposer ga langt lavere torske- og hysefangster enn agn uten nylonposer. En forsterkning slik som disse nylonposene eller andre materialtyper er viktig for å gi agnet slitestyrke (se del 7), men kan påvirke fangstene negativt.

5 Kan man dra veksler på erfaringer fra fritidsfiske?

Meitefiske med stang og agn har flere fellestrekk med linefiske. Ønsket om å fange en spesiell type fisk – det være seg art eller størrelse – står sterkt for denne typen fiske, og over tid har dette ført til en utvikling av redskap og teknikker som er lite utprøvd i tradisjonelt linefiske.

For å øke fangsteffektiviteten i fritidsfiske brukes det i tillegg til tradisjonelt agn ofte lys, bevegelse, lyd, etterligninger av naturlige byttedyr og kunstige luktstoffer for å øke tiltrekking til agnet.

Selvlysende materiale av forskjellige typer er ofte brukt av i fritidsfisket. Det er imidlertid gjort få vitenskapelige studier med bruk av kunstig lys på line, men det er vist opptil 1,2 ganger høyere fangster for tunfisk og opptil 4,8 ganger høyere fangster av flere bunnfiskarter ved å bruke et selvlysende agn. Så vidt oss bekjent er det ikke gjort forsøk med selvlysende eller andre visuelle tilleggsstimuli i norske farvann.

Mange fritidsfiskere bruker en kombinasjon av agn og sluker som ligner på byttedyr. Mens sluker vil være vanskelig å bruke i linefiske, kan myke agn som GULP (figur 1) i prinsippet kjøres gjennom automatiske egnemaskiner. Det vil også være mulig å ta i bruk luktstoffer som agnet kan sprayes med eller dyppes i.

Et annet interessant aspekt ved fritidsfisket er at agnet ofte holdes i bevegelse like over bunnen, gjerne i kombinasjon med spinnere som både gir økt synlighet og lyd. Fløyting av krok og agn er tidligere vist å påvirke fangstrater av brosme, hyse og torsk, men resultatene har ikke vært udelt positive. I utviklingen av nye agntyper vil det være mulig å lage agn som har oppdrift for å fløyte agnet opp fra bunnen.

6 Tiltrekkingsstoffer (attraktanter) og kjemisk-sensoriske terskelverdier

Fiskens respons overfor luktstoffer og byttedyr er som regel artsspesifikk, og fiskeforsøk har vist at fangsteffektiviteten til ulike agntyper varierer mellom artene. Aminosyrer i kombinasjon med andre lavmolekylære stoff er avgjørende for å stimulere beiteatferd hos fisk. Syntetiske blandinger av aminosyrer er imidlertid sjelden like effektive som ekstrakter fra naturlige byttedyr, og fullstendige ekstrakter er som oftest mer effektive enn blandinger av de mest effektive enkeltkomponentene i slike ekstrakter. Tilsetning av ekstrakter fra ulike byttedyr (akkar, reke, skjell, krill) i oppdrettsfôr ga økt fôropptak hos en rekke arter.

Kjente stimuli hos torskefisk er aminosyrene glycin, alanin, serin, glutaminsyre, treonin, valin og metionin. Studier som er gjort på torsk og andre marine arter viser at det er stort potensial for bruk av agn eller ekstraktblandinger for å tiltrekke spesifikke arter til en luktkilde. Dette er egenskaper som kan nyttiggjøres i utviklingen av artsspesifikke agntyper.

Kjemisk-sensoriske terskelverdier avgjør hvilke konsentrasjoner av tiltrekkingsstoffene fisken reagerer på og begynner å lete etter luktkilden. Få studier er utført for å finne slike terskelverdier. En interessant undersøkelse av hvordan stillehavsarten "sablefish" reagerte på et ekstrakt fra akkaragn viste at sulten fisk reagerte på 3000 ganger lavere konsentrasjoner av ekstraktet enn mett fisk.



7 Oversikt over tidligere utviklingsarbeid for å framskaffe et alternativ lineagn

Arbeidet med å utvikle alternative lineagn har pågått i en årrekke i flere land, men innsatsen har så langt gitt begrensede resultater. Generelt sett kan man gå to veier for å utvikle et alternativt eller kunstig lineagn: én der man bruker naturlige råvarer (f.eks. biprodukter fra fiskeindustrien) og én der man baserer seg på syntetiske ingredienser (kjemiske stoffer) for å tiltrekke fisken. Et effektivt lineagn må tilfredsstille en rekke kriterier. Det må inneholde tiltrekkingsstoffer – det være seg naturlige eller syntetiske – som stimulerer fisk av ønsket art til å søke etter mat. Det må inneholde et bindemiddel som gjør at tiltrekkingsstoffene frigis over flere timer. Dessuten trengs det en form for forsterkning som hindrer at agnet løsner fra kroken når linen settes og når agnet angripes av sjøfugl og åtseletere. Når fisken har nådd fram til agnet, blir faktorer som tekstur, smak, størrelse og form avgjørende for om fisken biter på kroken.

7.1 Norbait

Denne agntypen er utviklet av det norske selskapet Norbait DA (www.norbait.com) og er basert på biprodukter fra fiskeindustrien (fiskeavfall). Alginat brukes som bindemiddel, og en strømpe av bomull brukes som forsterkning. Produksjonsteknologien som benyttes er den samme som brukes ved produksjon av pølser. Oppmalt fiskeavfall blandes med bindemiddelet og fylles i nettingstrømpen til lange pølser. Resultatet er et agn som er godt tilpasset automatiske egnemaskiner.

Det er utviklet agn basert på ulike typer biprodukter (f.eks. sild, makrell og taggmakrell). Artsspesifikk seleksjon er påvist i forsøk med ulike varianter av Norbait-agn. For hyse er det oppnådd 2–3 ganger større fangster sammenliknet med naturlig agn. For torsk var imidlertid resultatene dårlige (tabell 1).

7.2 Kunstig agn utviklet av William E.S. Carr

Dette kunstige agnet er framstilt av et svamplignende materiale som suger til seg vann og sveller når det kommer i kontakt med vann. Det kan tilsettes ulike tiltrekkingsstoffer som frigis i bestemte mengder og over en lengre periode så snart agnet kommer i sjøen (<http://freepatentsonline.com/4245420.html>). Materialet er bøyelig og har en konsistens som likner den vanlige byttedyr har. Enhver form for flytende tiltrekkingsstoff kan i prinsippet benyttes, for eksempel fiskeolje, fisk eller andre marine produkter i flytende form, eller syntetiske stoffer.

Det er gjort forsøk med dette agnet under vårtorskefisket på Finnmarkskysten. Agnet ble da tilsatt lukstoffer fra naturlig rekeagn. Tre ulike størrelser ble testet, og det minste agnet ga like gode fangstrater som naturlig rekeagn, mens de andre ga dårligere fangster. Det kunstige agnet fanget færre småtorsk, mens det for større torsk var ingen forskjell mellom kunstig og naturlig rekeagn. Denne størrelsesseleksjonen ble forklart med at liten og stor torsk foretrekker ulike arter og størrelser av byttedyr.

7.3 Poseagn

Det såkalte poseagnet produseres av det islandske selskapet Bernskan ehf (Sudavik, Island). Dette agnet er basert på frosne, naturlige råvarer som lodde, sild, tobis, akkar, raudåteekstrakter og fiskeavfall. De frosne råvarene settes under høyt trykk før de sprøytes inn i små poser av cellulosefiber. Under fiskeforsøk i Norge ble poseagnet sammenliknet med agn av makrellgjedde (saury) og makrell. Poseagnet ga større fangstrater for hyse, men lavere av torsk. Dette agnet har en

rekke fordeler for fiskere som bruker tradisjonelle liner med manuell egning: de slipper å skjære opp agnet, det er renere, egningen går raskere, og krokene henger seg mindre opp under setting (mindre vaser). En annen fordel er at sjøfugl ikke viste interesse for posene, og man unngår dermed problemer med bifangst av sjøfugl.

7.4 Arom Bait

Dette agnet produseres av det spanske selskapet Arom Bait (www.arombait.com). Agnet er laget av naturlige, biologisk nedbrytbare råvarer og formes til firkantete, bøyelige plater som kan kuttes i biter av ønsket størrelse. Produktet kan oppbevares uten nedfrysing. Det er utviklet agn både for linefisket og fritidsfisket.

7.5 Andre kunstige lineagn

Det har vært utført flere prosjekter for å utvikle alternative lineagn i land som Japan og USA, men det har vært vanskelig å innhente informasjon om sammensetningen til disse agntypene. I Norge pågår det for tiden flere næringsdrevne prosjekter for å utvikle kunstig lineagn. Selskapet Polybait AS i Tromsø (www.kvalvikbait.no) har et prosjekt på gang som er støttet av Norges forskningsråd (prosjektnummer 219696). Agnet deres er basert på polymerkompositter i kombinasjon med naturlige tiltrekkingsstoffer. Et annet næringsdrevet prosjekt bruker stivelse som bindemiddel (patentnummer NO-309961).

8 Konklusjon og anbefalinger

Til dags dato har utviklingen av alternativt agn hatt liten suksess, og så vidt vi vet bruker kommersielle linefiskere fortsatt bare tradisjonelt, naturlig agn. Med økende etterspørsel etter marine ressurser til konsum vil agnprisene trolig fortsette å øke. Alternative agn basert på produkter som ikke går til konsum, kan derfor vise seg å bli helt nødvendig hvis linefisket skal overleve.

Ulike arter og livsstadier hos fisk har ulik atferd og matpreferanse (næringspreferanse) når de leter etter mat, og det er et stort potensial for forbedret artsseleksjon i linefisket ved å ta i bruk artsspesifikke tiltrekkingsstoffer i nye agntyper. Her må det mer forskning til. Videre bør kjemiske stoffer kunne benyttes for å utvikle et langtidsvirkende agn som fanger fisk fra et stort område og over lang tid, og dermed gjøre linefisket mer effektivt. For å oppnå dette er det viktig med god kunnskap om terskelverdier for kjemisk-sensorisk respons hos ulike arter samt bedre forståelse av hvordan luktspor spres ved ulike strømforhold. Farmakologisk og kjemisk ekspertise er også nødvendig for å finne frem til hvilke bindemidler som kan brukes for å oppnå et langtidsvirkende agn.

Synssansen har begrenset rekkevidde under vann, men det er viktig å spille på den for å få fisken til å godta og angripe agnet. Kunstige agn kan gjøres mer synlige enn naturlige ved å øke kontrasten og ved hjelp av fluoriserende farger og polariserende belegg. Hvis agnet får en viss flyteevne (oppdrift), vil det bevege seg i strømmen og dermed bli mer synlig. Et objekt i bevegelse kan dessuten lokaliseres av fisken ved hjelp av sidelinjeorganet. Hvis agnet flyter over bunnen, unngår man også at det angripes av åtseletende bunndyr.

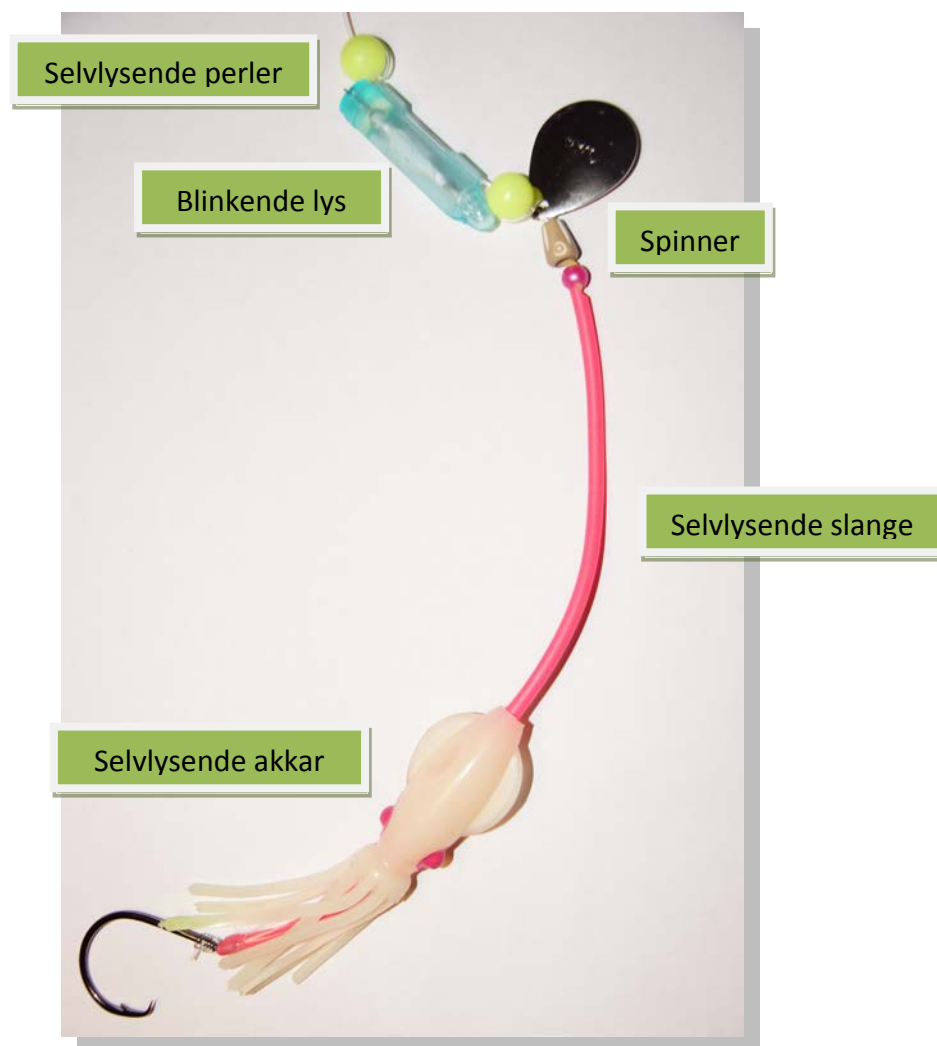
Beitemotivasjon og matsøk påvirkes av indre faktorer som for eksempel hvor sulten fisken er, og ytre faktorer som tid på døgnet, årstid, temperatur og strøm. Fangstutbyttet i linefisket er derfor avhengig av når, hvor og hvordan man fisker. Man kan for eksempel bedre fangstene ved å sette linene ved soloppgang eller solnedgang, under moderate strømhastigheter, på tvers av strømmen, og i områder (eller på årstider) der det er dårlig tilgang på mat (og fisken dermed er sulten). Slike atferdsfaktorer er viktige å ta hensyn til, ikke bare under utviklingen av kunstig agn.

Fysiske egenskaper kan lett manipuleres ved et kunstig agn. Ulike arter og ulike størrelsesgrupper av samme art reagerer forskjellig på ulik agnstørrelse (for eksempel torsk og hyse). Samme agn bør derfor produseres i flere størrelser for å tilpasses forskjellige arter og størrelser. Vi har liten kunnskap om betydningen av formen på agnet, men det er sannsynlig at agn som etterlikner naturlige byttedyr, vil være mer effektive enn former som er ukjente for fisken. Vi vet enda mindre om betydningen av tekstur og konsistens på agnet, men også her er det sannsynlig at teksturer som ligger tett opptil fiskens naturlige bytte, har størst sjanse for å få fisken til å sluke agnet. Agn som holder seg på kroken så lenge linen er i vannet, kan utvikles ved å bruke gode bindemidler og forsterkninger. Forsterkninger i agnet kan påvirke teksturen negativt og støte vekk fisken, men dette kan løses ved å legge forsterkningsmaterialet inn i et agn som har samme tekstur som fiskens byttedyr.

Denne gjennomgangen har vist at det er gjort få studier for å utvikle nye agntyper for linefisket. De studiene som er gjort, gir liten informasjon om sammensetningen av agnet som er testet. På den andre siden er det gjort mange studier av linefisket generelt og ulike aspekter av fiskens matsøk. Disse studiene har gitt oss en langt bedre forståelse av hvordan fisk fanger naturlige byttedyr og hvordan den reagerer på et agn. Denne kunnskapen er uvurderlig for det videre arbeidet med utviklingen av alternative agn.

Tabell 1: Fangster for et alternativt agn basert på biprodukter fra fiskeindustrien (makrell, tagg-makrell, sild) som tiltrekkingsstoff og alginat som bindemiddel. Fangster av hyse og torsk er gitt som forholdet mellom fangst med alternativt agn og fangst med tradisjonelt makrellagn. Forsøket ble utført ved Bjørnøya i november 1995.

Biprodukt	Hyse	Torsk
Makrell	3.00	0.57
Taggmakrell	1.97	0.62
Sild	1.52	0.41



Figur 1: Sluk brukt av fritidsfiskere i norske farvann for bunnfisk som torsk, hyse, brosme, lange og lysing. I tillegg til en krok for å feste naturlig eller kunstig agn (eller begge deler), består utstyret av byttedyr-etterlikninger (akkar), visuelle stimuli (rør, perler og blinkende lys) og spinner (bevegelses- og lydstimuli). Ved å feste spinneren i nærheten av blinkende lys, skaper man enda sterkere visuelt stimulus fordi lyset reflekteres i den roterende spinneren.